

TUGAS AKHIR
PRARENCANA PABRIK
LIMONENE DARI LIMBAH KULIT
JERUK
KAPASITAS 15 TON/HARI



Diajukan oleh:

Andrian Evan Ismanto

NRP. 5203006005

Rendy Wilianto

NRP. 5203006006

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2010

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian Tugas Akhir **Prarencana Pabrik Limonene** dari Limbah Kulit Jeruk oleh mahasiswa di bawah ini:

- Nama : Andrian Evan Ismanto
- Nomor pokok : 5203006005

Telah diselenggarakan pada 21 Juni 2010. Oleh karena itu, mahasiswa yang bersangkutan dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum Jurusan Teknik Kimia guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** bidang **Teknik Kimia**.

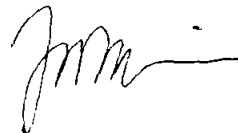
Surabaya, 28 Juni 2010

Pembimbing I



Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563

Pembimbing II



Antaresti, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.99.0396

Dewan Penguji

Ketua,



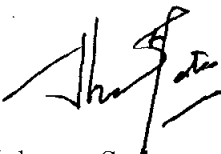
Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Sekretaris



Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563

Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Anggota



Lydia Felycia E.S, ST., M.Phil.
NIK 521.99.0391



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151



Lydia Felycia E.S, ST, M.Phil.
NIK. 521.99.0391

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian Tugas Akhir **Prarencana Pabrik Limonene** dari Limbah kulit Jeruk oleh mahasiswa di bawah ini:

- Nama : Rendy Wilianto
- Nomor pokok : 5203006006

Telah diselenggarakan pada 21 Juni 2010. Oleh karena itu, mahasiswa yang bersangkutan dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum Jurusan Teknik Kimia guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** bidang **Teknik Kimia**.

Surabaya, 28 Juni 2010

Pembimbing I



Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563


Pembimbing II



Antaresti, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.99.0396

Dewan Penguji

Ketua,



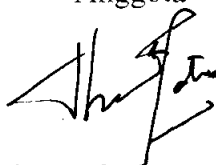
Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Sekretaris



Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563

Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Anggota



Lydia Felycia E.S., ST., M.Phil.
NIK 521.99.0391



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

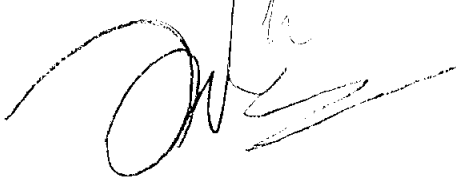


Lydia Felycia E.S., ST., M.Phil.
NIK. 521.99.0391

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain. baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 28 Juli 2010



Andrian Evan Ismanto
5203006005

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 28 Juni 2010

Rendy Wilianto
5203006006

KATA PENGANTAR

Penyusun mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan **Prarencana Pabrik *Limonene* dari Limbah Kulit Jeruk**. Laporan prarencana pabrik ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penyusun menyadari bahwa keberhasilan penulisan laporan prarencana pabrik ini adalah berkat dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penyusun menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya laporan skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Keluarga kami yang telah memberikan bantuan materi, moral, dan doa.
3. Ibu Lydia Felycia E.S., ST, M.Phil selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
4. Ibu Aning Ayucitra, ST, M.Eng.Sc dan Ibu Antaresti, ST, M.Eng.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatian dalam memberikan bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
5. Bapak Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D, Bapak Ir. Yohanes Sudaryanto, MT dan Ibu Lydia Felycia E.S., ST, M.Phil selaku penguji.
6. Teman-teman di lingkungan kampus maupun luar kampus yang telah membantu penyelesaian laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu penyusun menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini. Akhirnya penyusun berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, 28 Juni 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRACT	vi
INTISARI.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Jeruk.....	I-4
I.3 Minyak Atsiri	I-6
I.4 Sifat-sifat Minyak Atsiri	I-7
I.5 Sifat-sifat Kimia Minyak Atsiri.....	I-8
I.6 Perubahan Sifat Kimia Minyak Atsiri	I-8
I.7 Etanol	I-11
I.8 Minyak Jeruk.....	I-12
I.9 <i>Limonene</i>	I-14
I.10 Analisa Pasar	I-15
I.10.1. Perkiraan Kebutuhan Pasar	I-15
I.10.2. Kapasitas Produksi.....	I-16
BAB II. URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES	II-1
II.1. Macam-macam Proses Pengambilan Minyak Atsiri	II-1
II.1.1. Ekstraksi dengan <i>Steam</i>	II-2
II.1.2. Pengepresan	II-3
II.1.3. Ekstraksi dengan Pelarut.....	II-3
II.1.4. Fluida Superkritis	II-4
II.2. Pemilihan Proses	II-4
II.3. Uraian Proses	II-6
BAB III. NERACA MASSA.....	III-1

BAB IV. NERACA PANAS	IV-1
BAB V. SPESIFIKASI PERALATAN	V-1
BAB VI. UTILITAS	VI-1
VI.1. Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air	VI-2
VI.2.1 Unit Penyediaan Air	VI-2
VI.2.2 Unit Pengolahan Air	VI-8
VI.2.1 Spesifikasi Peralatan untuk Pengolahan Air	VI-10
VI.2. Unit Penyediaan <i>Steam</i>	VI-44
VI.2.1 Spesifikasi Peralatan Unit Penyediaan <i>Steam</i>	VI-45
VI.3. Unit Penyediaan Listrik	VI-47
VI.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar	VI-52
VI.5.1. Kebutuhan Bahan Bakar	VI-52
VI.5.1. Spesifikasi Peralatan Bahan Bakar	VI-53
VI.5. Unit Pengolahan Limbah	VI-57
BAB VII. LOKASI, TATA LETAK, DAN INSTRUMENTASI PABRIK	VII-1
VII.1 Lokasi Pabrik	VII-1
VII.2 Tata Letak Pabrik	VII-4
VII.3 Tata Letak Alat Proses	VII-8
VII.4 Instrumentasi	VII-10
BAB VIII. SISTEM MANAJEMEN DAN OPERASI	VIII-1
VIII.1 Master Schedule	VIII-1
VIII.2 Struktur Organisasi	VIII-4
VIII.2.1. Struktur Umum	VIII-4
VIII.2.2. Bentuk Perusahaan	VIII-5
VIII.2.3. Organ Perseroan	VIII-6
BAB IX. DESAIN PRODUK	IX-1
BAB X. ANALISA EKONOMI	X-1
X.1 Perhitungan FCI, WCI, dan TCI	X-2
X.2 Perhitungan Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost</i>)	X-4
X.3 Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	X-4
X.3.1 Investasi Pabrik	X-5
X.3.2 <i>Cash Flow</i>	X-6

X.3.3 Laju Pengembalian Modal / <i>Rate of Return</i> (ROR)	X-8
X.3.4 <i>Rate on Equity</i> (ROE)	X-9
X.3.5 Waktu Pengembalian Modal / <i>Pay Out Time</i> (POT)	X-11
X.3.6 <i>Break Even Point</i> (BEP)	X-12
X.4 Analisa Sensitivitas	X-13
BAB XI. DISKUSI DAN KESIMPULAN	XI-1
XI.1. Diskusi	XI-1
XI.2. Kesimpulan	XI-4
DAFTAR PUSTAKA	DP
APPENDIX A PERHITUNGAN NERACA MASSA	A-1
APPENDIX B PERHITUNGAN NERACA PANAS	B-1
APPENDIX C PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	C-1
APPENDIX D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1.	Produksi Jeruk Tahun 2004-2007	I-2
Gambar I.2.	Buah Jeruk Keprok	I-4
Gambar I.3.	Persebaran Produksi Jeruk di Jawa Timur	I-6
Gambar I.4.	Struktur Kimia Senyawa Limonene.....	I-14
Gambar I.5.	<i>Biosynthesis limonene</i>	I-15
Gambar I.6.	Produksi Jeruk Keprok Indonesia	I-17
Gambar I.7.	Skema Konsumsi Jeruk dan Produksi Limbah Kulit Jeruk P. Jawa.....	I-14
Gambar II.1.	Rangkaian Alat Destilasi Uap.....	II-2
Gambar II.2.	Alat Pengepresan Hidrolik	II-3
Gambar II.3.	Skema Proses Pembuatan <i>Limonene</i>	II-6
Gambar VI.1.	Pengolahan Air	VI-10
Gambar VII.1.	Peta Jawa Barat dan Letak Pabrik <i>Limonene</i>	VII-1
Gambar VII.2.	Tata letak pabrik (1:750)	VII-7
Gambar VII.3.	Tata Letak Peralatan Pabrik (Skala 1:550).....	VII-9
Gambar VIII.1.	Bagan Struktur Organisasi.....	VIII-16
Gambar IX.1.	Desain kemasan <i>limonene</i>	IX-1
Gambar IX.2.	Desain sticker depan	IX-2
Gambar X.1.	Hubungan antara kapasitas produksi dan laba sebelum pajak	X-13
Gambar C.1.	Susunan baris ganjil dan baris genap dalam satu tumpukan	C-1
Gambar C.2.	Skema <i>Warehouse</i>	C-3
Gambar D.1.	Hubungan <i>cost index</i> vs tahun	D-1

DAFTAR TABEL

Tabel I.1.	Klasifikasi Jeruk Keprok.....	I-5
Tabel I.2.	Sifat Fisika dan Kimia dari Etanol.....	I-11
Tabel I.3.	Perbandingan Karakteristik Pelarut Etanol dengan Pelarut lain.....	I-12
Tabel I.4.	Sifat-sifat dari Minyak Jeruk	I-13
Tabel I.5.	Data sifat fisika dan kimia d-limonene	I-15
Tabel I.6.	Produksi Jeruk Keprok Indonesia	I-17
Tabel II.1.	Keuntungan dan Kerugian Masing-masing Metode	II-1
Tabel VI.1.	Kebutuhan Air Proses	VI-3
Tabel VI.2.	Kebutuhan Air Pendingin.....	VI-4
Tabel VI.3.	Kebutuhan <i>Steam</i>	VI-7
Tabel VI.4.	Kebutuhan listrik untuk keperluan proses.....	VI-52
Tabel VI.5.	Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas	VI-52
Tabel VI.6.	Kebutuhan listrik untuk penerangan	VI-53
Tabel VI.7.	Tabel jenis lampu yang digunakan	VI-55
Tabel VII.1.	Area dan luas masing-masing area pada tata letak pabrik ..	VII-6
Tabel VII.2.	Instrumentasi pada alat proses.....	VII-10
Tabel VIII.1.	<i>Master Schedule</i> Pabrik <i>Limonene</i> dari Limbah kulit jeruk	VIII-1
Tabel VIII.2.	Jumlah Tenaga Kerja	VIII-13
Tabel X.1.	<i>Cash flow</i>	X-7
Tabel X.2.	ROR sebelum pajak	X-8
Tabel X.3.	ROR setelah pajak	X-9
Tabel X.4.	ROE sebelum pajak.....	X-10
Tabel X.5.	ROE setelah pajak.....	X-10
Tabel X.6.	POT sebelum pajak	X-11
Tabel X.7.	POT setelah pajak	X-11
Tabel X.8.	<i>Break Even Point</i>	X-12
Tabel A.1.	Komposisi <i>Essential Oil</i> dalam Kulit Jeruk Keprok.....	A-2
Tabel A.2.	Titik Beku dari masing-masing komponen <i>Essential Oil</i> dalam Kulit Jeruk Keprok	A-24
Tabel B.1.	Titik Beku dari masing-masing komponen <i>Essential Oil</i> dalam Kulit Jeruk Keprok	B-44
Tabel B.2.	Cp dari sisa minyak metode <i>Kopp's rule</i>	B-45
Tabel D.1.	Harga alat proses.....	D-2
Tabel D.2.	Harga alat utilitas	D-3
Tabel D.3.	Harga bahan baku	D-3
Tabel D.4.	Biaya listrik dari lampu	D-4
Tabel D.5.	Biaya listrik dari peralatan proses dan utilitas.....	D-5
Tabel D.6.	Total Biaya Utilitas	D-7
Tabel D.7.	Harga Produk	D-7
Tabel D.8.	Harga Kemasan.....	D-7
Tabel D.9.	Rincian Gaji Pegawai.....	D-8
Tabel D.10.	Harga Tanah dan Bangunan	D-9

ABSTRACT

In Indonesia, orange fruit is an agroindustry product which has mostly used in food, beverage, and other industries. The increase of orange demand has therefore influenced the production of orange peel waste. Researches have been done in order to minimise the negative effects of orange peel waste, for example orange peel waste is converted into limonene.

Limonene is one of primary compound in orange essential oil which has many benefits in many industries. Limonene is widely used not only in food industry as flavoring agent, but also used in cosmetics, cleaning agent, perfume, paint, plastics, soap, and flavor industries.

In this preliminary plant design, solvent extraction by ethanol 96 % is used to extract orange essential oils from orange peel waste. This method is chosen because of its low cost operation, high yield, and safe to the environment. Orange essential oil is then distilled to obtain the limonene compound through column distillation.

The preliminary plant design of limonene from orange peel waste consists of:

Raw material : orange peel waste (*Citrus reticulata*)

Raw material capacity : 15 tons/day

Limonene capacity production : 242 kg/day

Utility :

- Steam : 1250 kg/batch
- Water : 17,5 m³/day
- Electrical system : 150 kW
- Solar : 568,52 kg/month

Labours : 80 people

Plant location : Cianjur, West Java

Plant area : 2979,75 m²

Economic analysis by *Discounted Cash Flow* method:

BEP : 39,01 %

Tax excluded

ROR : 26,19 %

ROE : 39,19 %

POT : 4 years 3 months

Tax included

ROR : 19,17 %

ROE : 30,60 %

POT : 5 years 4 month

INTISARI

Di Indonesia, jeruk merupakan produksi dari sektor agroindustri memiliki prospek yang cukup cerah yang banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, minuman dan industri lainnya. Semakin meningkatnya produksi jeruk maka akan mengakibatkan volume kulit jeruk yang merupakan limbah dari konsumsi buah jeruk semakin meningkat. Banyak penelitian yang dilakukan dalam usahanya untuk mengurangi dampak negatif yang diakibatkan oleh limbah kulit jeruk, salah satunya adalah produksi *limonene* dari minyak kulit jeruk .

Limonene merupakan salah satu komponen utama penyusun dari minyak atsiri dalam kulit jeruk yang banyak dimanfaatkan di beberapa industri di dunia. *Limonene* sering dimanfaatkan dalam industri makanan sebagai pemberi rasa dan aroma jeruk, selain itu *limonene* juga banyak digunakan dalam industri kosmetik, *cleaner*, parfum, industri cat, industri plastik, industri sabun dan beberapa *flavor* industri lainnya.

Ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk menggunakan proses ekstraksi pelarut dengan etanol 96%. Alasan pemilihan proses ekstraksi pelarut etanol karena biaya produksi rendah, yieldnya cukup tinggi dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Kemudian, minyak atsiri jeruk yang didapatkan didistilasi untuk memisahkan *limonene* pada kolom distilasi.

Prarencana pabrik limonene dari limbah kulit jeruk adalah sebagai berikut:

Bahan baku : orange peel waste (*Citrus Reticulata*)

Kapasitas bahan baku : 15 ton/hari

Kapasitas produksi *limonene* : 242 kg/hari

Utilitas :

- Steam : 1250 kg/batch
- Water : 17,5 m³/hari
- Kebutuhan Listrik : 150 kW
- Solar : 568,52 kg/bulan

Pekerja : 80 orang

Lokasi Pabrik : Cianjur, West Java

Luas Area : 2979,75 m²

Analisa Ekonomi dengan Metode *Discounted Cash Flow*:

BEP : 39,01 %

Sebelum pajak

ROR : 26,19 %

ROE : 39,19 %

POT : 4 tahun 3 bulan

Setelah Pajak

ROR : 19,17 %

ROE : 30,60 %

POT : 5 tahun 4 bulan